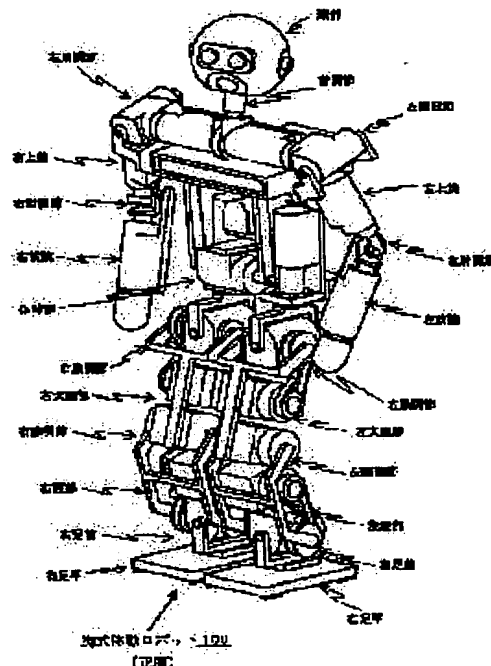


(11)Publication number : 2001-179663
(43)Date of publication of application : 03.07.2001

B25J 5/00
B25J 19/00
H01M 10/42
H01M 10/48
// H02J 7/00

(72)Inventor : FUKUSHIMA TETSUJI
KOYAMA OSAMU

SOLUTION: This mobile robot is self-driving type loaded with a storage battery and free from restriction of its action radius by power supply cable. There is no possibility that its limbs will interfere with the power supply cable and its movement control will be easy. The robot autonomously judges charging time to stop by at a charging station, then it needs no external aid such as its user. The user is liberated from a troublesome charging work and does not need to be conscious of charging time. In such cases as a fight game by robots, audience can enjoy the game without having continuity and reality of the game destroyed.



<http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAIHaiifDA413179663P1....> 2007/01/05

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-179663
(P2001-179663A)

(43) 公開日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 5 J	5/00	B 2 5 J 5/00	F 3 F 0 6 0
	19/00		E 5 G 0 0 3
H 0 1 M	10/42	H 0 1 M 10/42	F 5 H 0 3 0
	10/48	10/48	A
			P
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-366651

(22) 出願日 平成11年12月24日 (1999. 12. 24)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 福島 哲治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 小山 修

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

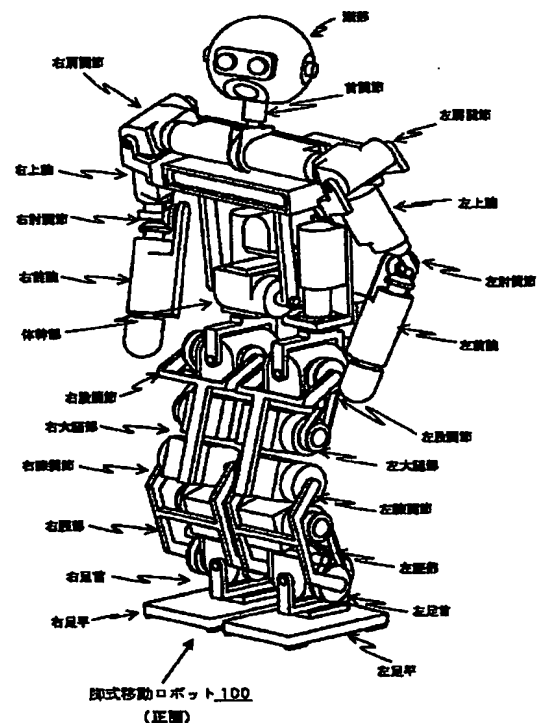
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脚式移動ロボット及び脚式移動ロボットの制御方法、並びに充電ステーション

(57) 【要約】

【課題】 移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行う。

【解決手段】 脚式移動ロボットは、充電電池を搭載した自立駆動型であり、その行動半径は電源ケーブルの制約を受けない。四肢と電源ケーブルが干渉する可能性がなく、動作制御が容易になる。該ロボットは、自律的に充電時期を判断して充電ステーションに立ち寄って充電するので、ユーザなどの外的補助を必要しない。ユーザは煩雑な充電作業から解放され、充電時期を意識する必要もない。ロボットによる対戦ゲームなどでは、ゲームの継続性やリアリティを損なわず、観衆はゲームを堪能することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在な脚式移動ロボットであって、前記ロボットの少なくとも 1 つの可動部に対して給電可能な充電式電源部と、前記充電式電源部の充電電流を受容するための前記ロボットの外界に露出した電気接続部と、を具備することを特徴とする脚式移動ロボット。

【請求項 2】さらに、前記充電式電源部に対する充電開始及び終了時期を検出する充電管理手段を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 3】前記充電管理手段は、前記充電式電源部の残存容量が所定値未満になったことに応答して充電開始時期を検出するとともに、前記充電式電源部が満充電状態に到達したことに応答して充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 4】前記充電管理手段は、指定された時刻の到達及び／又は所定時間間隔毎に、充電開始時期及び／又は充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 5】前記充電管理手段は、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームがインターバルに突入したことに応答して充電開始時期を検出するとともに、該インターバルが終了したことに応答して充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 6】さらに、充電開始時期が検出されたことに応答して前記電気接続部において充電ステーションとの合体を行うとともに、充電終了時期が検出されたことに応答して充電ステーションとの切り離しを行う充電動作制御手段を具備することを特徴とする請求項 2 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 7】前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの臀部に配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 8】前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの左右少なくとも一方の前腕部に配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 9】前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの背面部に配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 10】前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの左右少なくとも一方の足裏部に配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 11】少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在で少なくとも 1 つの可動部は充電式電源部によって給電される脚式移動ロボットの制御方法であって、(a) 前記充電式電源部の充電開始時期を検出するステップと、(b) 充電開始時期の検出に

るステップと、(c) 前記充電式電源部の充電終了時期を検出するステップと、(d) 充電終了時期の検出に

応答して、前記充電ステーションと分離するステップと、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 12】前記ステップ (a) では、前記充電式電源部の残存容量が所定値未満になったことに応答して充電開始時期を検出することを特徴とする請求項 11 に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 13】前記ステップ (c) では、前記充電式電源部が満充電状態に到達したことに応答して充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 11 に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 14】前記ステップ (a) 及び／又はステップ (c) では、指定された時刻の到達及び／又は所定時間間隔毎に、充電開始時期及び／又は充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 11 に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 15】前記ステップ (a) では、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームがインターバルに突入したことに応答して充電開始時期を検出することを特徴とする請求項 11 に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 16】前記ステップ (c) では、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームにおけるインターバルが終了したことに応答して充電終了時期を検出することを特徴とする請求項 11 に記載の脚式移動ロボットの制御方法。

【請求項 17】少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在な脚式移動ロボットのための充電ステーションであって、略椅子型で、前記脚式移動ロボットが着席した姿勢にて受容可能なステーション本体と、前記ステーション本体の表面に露出して、前記ステーション本体に着席した前記脚式移動ロボットと電氣的に接続するための電気接続部と、を具備することを特徴とする充電ステーション。

【請求項 18】前記電気接続部は前記ステーション本体の座面上に配設されていることを特徴とする請求項 17 に記載の充電ステーション。

【請求項 19】前記ステーション本体は背もたれを備え、前記電気接続部は前記ステーション本体の背もたれ上に配設されていることを特徴とする請求項 17 に記載の充電ステーション。

【請求項 20】前記ステーション本体は肘掛を備え、前記電気接続部は前記ステーション本体の肘掛上に配設されていることを特徴とする請求項 17 に記載の充電ステーション。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヒトやサル、その他の動物が持つ生体メカニズムの全部又は一部を模した構造を有する機械装置すなわちロボットに係り、特に、2足による脚式移動（歩行）やクローラ式移動などにより作業空間を自在（無経路）に移動することができる移動ロボットに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、充電式バッテリーを用いて外部電源ケーブルによる拘束なしに作業空間を無経路で移動自在な移動ロボット及びその充電メカニズムに係り、特に、自律作業中にバッテリーの残存容量が低下すると充電ステーションに立ち寄って自動的に充電するとともに、充電完了とともに充電ステーションから離れて作業を再開するタイプの移動ロボット及びその充電メカニズムに関する。

【0003】

【従来の技術】電気的若しくは磁気的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語のROBOTA（奴隷機械）に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット（industrial robot）であった。

【0004】最近では、ヒトやサルなどの2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作を模した脚式移動ロボットに関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。2足直立による脚式移動は、クローラ式や、4足又は6足式などに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、不整地や障害物など作業経路上に凹凸のある歩行面や、階段や梯子の昇降など不連続な歩行面に対応することができるなど、柔軟な移動作業を実現できるという点で優れている。

【0005】ヒトの生体メカニズムや動作をエミュレートした脚式移動ロボットのことを、特に、「人間形」、若しくは「人間型」のロボット（humanoid robot）と呼ぶ。人間型ロボットは、例えば、生活支援、すなわち住環境その他の日常生活上の様々な場面における人的活動の支援などを行うことができる。

【0006】人間形若しくは人間型と呼ばれるロボットを研究・開発する意義を、例えば以下の2つの視点から把握することができる。

【0007】1つは、人間科学的な視点である。すなわち、人間の下肢及び／又は上肢に似た構造のロボットを作り、その制御方法を考案して、人間の歩行動作をシミュレートするというプロセスを通じて、歩行を始めとする人間の自然な動作のメカニズムを工学的に解明することができる。このような研究成果は、人間工学、リハビリテーション工学、あるいはスポーツ科学など、人間の運動メカニズムを扱う他のさまざまな研究分野の進展に

大いに還元することができるであろう。

【0008】もう1つは、人間のパートナーとして生活を支援する、すなわち住環境その他の日常生活上の様々な場面における人的活動の支援を行うロボットの開発である。この種のロボットは、人間の生活環境のさまざまな局面において、人間から動作や作法を教わりながら個々に個性の相違する人間又は環境への適応方法を学習し、機能面でさらに成長していく必要がある。このとき、ロボットが「人間形」すなわち人間と同じ形又は同じ構造をしている方が、人間とロボットとのスムーズなコミュニケーションを行う上で有効に機能するものと考えられる。

【0009】例えば、踏んではならない障害物を避けながら部屋を通り抜ける方法を実地においてロボットに教示するような場合、クローラ式や4足式ロボットのように教える相手が自分と全く違う構造をしているよりも、同じような格好をしている2足歩行ロボットの方がユーザ（作業員）ははるかに教え易く、またロボットにとっても教わり易い筈である（例えば、高西著「2足歩行ロボットのコントロール」（自動車技術会関東支部＜高塑＞No. 25, 1996 APRIL）を参照のこと）。

【0010】人間の作業空間や居住空間のほとんどは、2足による直立歩行という人間が持つ身体メカニズムや行動様式に合わせて形成されている。言い換えれば、人間の住空間は、車輪その他の駆動装置を移動手段とした現状の機械システムが移動するのには多くの障壁が存在する。したがって、機械システムすなわちロボットが様々な人的作業を代行し、さらに人間の住空間に深く浸透していくためには、ロボットの移動可能範囲が人間のそれとほぼ同じであることが好ましい。これが、脚式移動ロボットの実用化が大いに期待されている所以でもある。人間型の形態を有していることは、ロボットが人間の住環境との親和性を高める上で必須であるといえる。

【0011】人間型ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における人命救助といったような危険作業・難作業の代行である。

【0012】また、人間型ロボットの他の用途として、難作業の代行などの生活支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」という用途が挙げられる。この種のロボットは、ヒトやサルなどの2足の直立歩行を行う動物が本来持つ、全身協調型の動作メカニズムを忠実に再現し、その自然に円滑な動作を実現することを至上の目的とする。また、ヒトやサルなどの知性の高い直立動物をエミュレートする以上、四肢を用いた動作が生体として自然であり、且つ、動作が持つ表現力が豊かであることが望ましい。さらに、予め入力された動

作パターンを単に忠実に実行するだけではなく、相手の言葉や態度（「褒める」とか「叱る」、「叩く」など）に呼応した、生き生きとした動作表現を実現することも要求される。この意味において、ヒトを模したエンターテインメント指向の人間型ロボットは、まさに「人間型」のロボットと呼ぶに相応しい。

【0013】ところで、上述した各種のロボットはいずれも、電気電動式の機械装置であり、装置への給電作業は当然欠かすことができない。

【0014】アーム型ロボットのように特定の場所に固定的に設置するタイプのロボットや、行動半径や動きパターンが限定された移動ロボットの場合、商用AC電源から電源ケーブルを介して常時給電することができる。

【0015】これに対し、自律的且つ自在に動き回るタイプの移動ロボットの場合、電源ケーブルによって行動半径が制限されてしまうため、商用AC電源による給電は不可能である。この当然の帰結として、移動ロボットには充電式バッテリーによる自律駆動が導入される。バッテリー駆動によれば移動ロボットは、電源コンセントの場所や電源ケーブル長などの物理的な制約を意識せず、人間の住空間や各種の作業空間を自走することができる。

【0016】例えば人間型ロボットのように多自由度すなわち多数のアクチュエータを含む機械装置の場合、電力消費が大きく、且つ、アクチュエータ始動時のインラッシュ電流を供給するためには、大容量・高出力の充電池を必要とする（特に、脚部には強力なアクチュエータを必要とし、多大の電力を消耗する）。この結果、充電池の重量は増大し、ロボット本体の総重量の10～20%程度を占めることになり、また、重量増大によりさらに消費電力が増えてしまう。しかしながら、電源ケーブルと四肢との干渉や電源ケーブル長による行動半径などの制約を排し、ロボットの行動自由度を確保するためには、バッテリー駆動式であることが好ましいという結論に到達する。

【0017】バッテリー駆動式の機械装置を使用する場合、バッテリーの充電作業を伴うことが難点となる。特に、移動ロボットの場合、自動機器・無人機械として使用するものであるにも拘らず、充電作業は完全自動化の障壁になる。また、充電のためのバッテリー交換や電源コネクタ接続は、ユーザにとって手間でもある。

【0018】例えば、人間型ロボットの場合、人間の住空間の各場面において、生活支援や作業代行を行う最中に、充電池の容量が低下するたびに、ロボットを停止させて人手で充電作業を行っていたのでは、人間のパートナーとしては役割が不十分であり、むしろ人間がロボットのパートナーであるに等しい。

【0019】そこで、移動ロボットのためのバッテリー充電を確実に且つ完全に自動化する方式として、いわゆる「充電ステーション」が導入されている。充電ステーションとは、その字義通り、移動ロボットのバッテリー充電

を行うための専用スペースのことである。

【0020】ロボットは、自走式・自律的な作業を行っている期間中にバッテリーの残存容量が低下したことを検知すると、作業を中断して、自ら（すなわち自動的に）充電ステーションに立ち寄る。充電ステーション内では、ロボットと電源との間で所定の電気接続を果たし、バッテリーへの給電を受ける。そして、バッテリーが満充電若しくは所定容量まで回復したら、ロボットは、電源との電気接続を解除するとともに充電ステーションを立ち去って、中断していた作業を再開する。

【0021】例えば、作業空間内に複数の充電ステーションを設置することにより、移動ロボットは、最寄の充電ステーションで給電を受けることができる。すなわち、移動ロボットは、複数の充電ステーション間をまたいで移動することができ、行動半径が実質的に拡張される。また、1つの充電ステーションを複数のロボット間で共有することもでき、充電ステーション数を節約することもできる。また、充電機能の一部を充電ステーションに移管することにより、ロボット本体の要求仕様や重量、コストなどを削減することができる。

【0022】しかしながら、充電ステーションを用いて作業期間中に自動的且つ円滑に充電オペレーションを挿入するためには、移動ロボットを充電ステーションに導き入れる（あるいは、移動ロボットは充電ステーションの場所を探索する）とともに、充電ステーションとの間で位置検出・位置決め制御を行い、電源と正確且つ確実に接続しなければならない。

【0023】移動ロボットであっても、予め定義された固定的な経路上しか移動しないロボット（例えば搬送ロボット）の場合、ロボットを充電ステーション内にセットすることは比較的容易であろう。何故ならば、通常の作業経路上に充電ステーションを配設しておけば、ロボットは予め定義された作業工程の1つとして充電ステーションに立ち寄り、円滑且つ作業の途切れなく充電オペレーションを行うことができるからである。

【0024】これに対し、人間型ロボットのように、自律的な自由歩行が許容されたロボットの場合、その行動自由度がゆえに、充電ステーションにロボットをセットするためには、充電ステーション内におけるロボットの位置検出や位置決めなど、技術的な困難を伴う。

【0025】また、人間ロボットのエンターテインメント性が高まってくると、例えばサーカー・ゲームのような競技、その他対戦ゲームに適用することが考えられる。しかしながら、充電容量の低下の度に競技を中断させていたのでは、ゲーム進行の継続性やリアリティが著しく損なわれ、観衆にとっても面白みが半減してしまうであろう。一般に、ハーフ・タイムなどゲーム進行上のインターバルとバッテリー寿命すなわち充電間隔とは一致しない。

【0026】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、充電式バッテリーによって自律駆動する移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0027】本発明の更なる目的は、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自由に移動することができる移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0028】本発明の更なる目的は、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自在に移動する移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行うための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0029】本発明の更なる目的は、充電オペレーションのために充電ステーションに立ち寄り移動ロボットを正確且つ確実に電気接続することができる、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0030】本発明の更なる目的は、ゲームその他移動ロボットが実行中の作業の継続性を失うことなく充電オペレーションを自動化することができる、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参照してなされたものであり、その第1の側面は、少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在な脚式移動ロボットであって、前記ロボットの少なくとも1つの可動部に対して給電可能な充電式電源部と、前記充電式電源部の充電電流を受容するための前記ロボットの外界に露出した電気接続部と、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットである。

【0032】本発明の第1の側面に係る脚式移動ロボットは、さらに、前記充電式電源部に対する充電開始及び終了時期を検出する充電管理手段を備えていてもよい。

【0033】前記充電管理手段は、前記充電式電源部の残存容量が所定値未満になったことに応答して充電開始時期を検出するとともに、前記充電式電源部が満充電状態に到達したことに応答して充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0034】あるいは、前記充電管理手段は、指定された時刻の到達及び／又は所定時間間隔毎に、充電開始時期及び／又は充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0035】あるいは、前記充電管理手段は、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームがインターバルに突入したことに応答して充電開始時期を検出するとともに、該インターバルが終了したことに応答して充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0036】また、本発明の第1の側面に係る脚式移動ロボットは、さらに、充電開始時期が検出されたことに応答して前記電気接続部において充電ステーションとの合体を行うとともに、充電終了時期が検出されたことに応答して充電ステーションとの切り離しを行う充電動作

制御手段を備えていてもよい。

【0037】また、前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの臀部に配設されていてもよい。

【0038】あるいは、前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの左右少なくとも一方の前腕部に配設されていてもよい。

【0039】あるいは、前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの背面部に配設されていてもよい。

【0040】あるいは、前記電気接続部は、前記脚式移動ロボットの左右少なくとも一方の足裏部に配設されていてもよい。

【0041】また、本発明の第2の側面は、少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在で少なくとも1つの可動部は充電式電源部によって給電される脚式移動ロボットの制御方法であって、(a) 前記充電式電源部の充電開始時期を検出するステップと、(b) 充電開始時期の検出に応答して、充電ステーションと合体して充電を開始するステップと、(c) 前記充電式電源部の充電終了時期を検出するステップと、(d) 充電終了時期の検出に応答して、前記充電ステーションと分離するステップと、を具備することを特徴とする脚式移動ロボットの制御方法である。

【0042】前記ステップ(a)では、前記充電式電源部の残存容量が所定値未満になったことに応答して充電開始時期を検出するようにしてもよい。また、前記ステップ(c)では、前記充電式電源部が満充電状態に到達したことに応答して充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0043】あるいは、前記ステップ(a)及び／又はステップ(c)では、指定された時刻の到達及び／又は所定時間間隔毎に、充電開始時期及び／又は充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0044】あるいは、前記ステップ(a)では、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームがインターバルに突入したことに応答して充電開始時期を検出するようにしてもよい。また、前記ステップ(c)では、前記脚式移動ロボットがプレイ中のゲームにおけるインターバルが終了したことに応答して充電終了時期を検出するようにしてもよい。

【0045】また、本発明の第3の側面は、少なくとも下肢と体幹部と構成され前記下肢の運動によって移動自在な脚式移動ロボットのための充電ステーションであって、略椅子型で、前記脚式移動ロボットが着席した姿勢にて受容可能なステーション本体と、前記ステーション本体の表面に露出して、前記ステーション本体に着席した前記脚式移動ロボットと電気的に接続するための電気接続部と、を具備することを特徴とする充電ステーションである。

【0046】本発明の第3の側面に係る充電ステーションにおいて、前記電気接続部は、前記ステーション本体

の座面上に配設されていてもよい。

【0047】あるいは、前記ステーション本体は背もたれを備え、前記電気接続部は前記ステーション本体の背もたれ上に配設されていてもよい。

【0048】あるいは、前記ステーション本体は肘掛を備え、前記電気接続部は前記ステーション本体の肘掛上に配設されていてもよい。

【0049】

【作用】本発明に係る脚式移動ロボットは、充電バッテリーを搭載した自立駆動型である。すなわち自走式であるから、その行動半径や動作パターンは電源ケーブルの制約を受けることがない。

【0050】また、脚式歩行や上肢を含めた各種の運動パターン実行期間中に、四肢と電源ケーブルが干渉する可能性がなく、動作制御が著しく容易になる。

【0051】また、脚式移動ロボットは、自律的に充電時期を判断し且つ充電ステーションに立ち寄って自動的に充電オペレーションを行うことができる。すなわち、充電のためにユーザなどの外界からの補助を必要しない。この結果、ユーザは、ロボットの充電という煩雑な作業から解放され、また、充電時期を意識する必要もなくなる。

【0052】また、充電電池の残存容量が低下する度に、ユーザがロボットを停止して、人手で充電する必要がある。したがって、将来、人間型ロボットが人間のパートナーとして住空間に深く浸透し、生活の各場面で生活支援や作業代行を行うようになってきた場合、人間との「共生」の可能性がますます高まる。

【0053】また、ロボット同士による対戦ゲームなどでは、ゲームの継続性など作業のコンテキストを維持し、リアリティを損なうことなく充電オペレーションを実行することが可能になる。このため、観衆は、ロボットによるゲームの面白さを、十分に堪能することができる。例えば、選手の交代、守備で動作を行わない期間中、インニングの切り替えやハーフ・タイムなどゲームのインターバルなどを利用して、自動的に充電作業を行うことができる。

【0054】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0055】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0056】図1及び図2には本発明の実施に供される「人間形」又は「人間型」の脚式移動ロボット100が直立している様子を前方及び後方の各々から眺望した様子を示している。図示の通り、脚式移動ロボット100は、脚式移動を行う左右2足の下肢と、体幹部と、左右の上肢と、頭部とで構成される。

【0057】左右各々の下肢は、大腿部と、膝関節と、

脛部と、足首と、足平とで構成され、股関節によって体幹部の略最下端にて連結されている。また、左右各々の上肢は、上腕と、肘関節と、前腕とで構成され、肩関節によって体幹部の上方の左右各側縁にて連結されている。また、頭部は、首関節によって体幹部の略最上端中央に連結されている。

【0058】体幹部ユニット内には、図1及び図2上では見えていない制御部が配備されている。

【0059】この制御部は、この脚式移動ロボット100を構成する各関節アクチュエータの駆動制御や各センサ（後述）などからの外部入力処理するコントローラ（主制御部）や、電源回路その他の周辺機器類を搭載した筐体である。制御部は、その他、遠隔操作の通信インターフェースや通信装置を含んでいてもよい。例えば、脚式移動ロボット100が制御部を背中に背負うような格好でロボット100本体に制御部を搭載することができる。但し、制御部の設置場所は特に限定されない。

【0060】図3には、本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する関節自由度構成を模式的に示している。図示の通り、脚式移動ロボット100は、2本の腕部と頭部1を含む上体と、移動動作を実現する2本の脚部からなる下肢と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成される。

【0061】頭部1を支持する首関節は、首関節ヨー軸2と、首関節ピッチ軸3と、首関節ロール軸4という3自由度を有している。

【0062】また、各腕部は、肩関節ピッチ軸8と、肩関節ロール軸9と、上腕ヨー軸10と、肘関節ピッチ軸11と、前腕ヨー軸12と、手首関節ピッチ軸13と、手首関節ロール軸14と、手部15とで構成される。手部15は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。但し、手部15の動作自体は、ロボット100の姿勢安定制御や歩行動作制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書ではゼロ自由度と仮定する。したがって、左右の各腕部は7自由度を有するとする。

【0063】また、体幹部は、体幹ピッチ軸5と、体幹ロール軸6と、体幹ヨー軸7という3自由度を有する。

【0064】また、下肢を構成する左右各々の脚部は、股関節ヨー軸16と、股関節ピッチ軸17と、股関節ロール軸18と、膝関節ピッチ軸19と、足首関節ピッチ軸20と、関節ロール軸21と、足部（足底）22とで構成される。股関節ピッチ軸17と股関節ロール軸18の交点は、本実施例に係るロボット100の股関節位置を定義するものとする。人体の足部（足底）22は、実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、本実施例に係る脚式移動ロボット100の足底はゼロ自由度とする。したがって、左右の各脚部は6自由度で構成される。

【0065】以上を総括すれば、本実施例に係る脚式移動ロボット100全体としては、合計で $3+7\times 2+3+6\times 2=32$ 自由度を有することになる。但し、脚式移動ロボット100が必ずしも32自由度に限定される訳ではない。設計・製作上の制約条件や要求仕様等に応じて、自由度すなわち関節数を適宜増減することができることは言うまでもない。

【0066】脚式移動ロボット100が持つ上述の各関節自由度は、実際にはアクチュエータを用いて実装される。外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させること、2足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うことなどの要請から、アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。本実施例では、ギア直結型で且つサーボ制御系をワンチップ化してモータ・ユニットに内蔵したタイプの小型ACサーボ・アクチュエータを搭載することとした。なお、この種のACサーボ・アクチュエータに関しては、例えば本出願人に既に譲渡されている特願平11-33386号明細書に開示されている。

【0067】図4には、本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示している。同図に示すように、該システムは、ユーザ入力などに動的に反応して情緒判断や感情表現を司る思考制御モジュール200と、関節アクチュエータの駆動などロボットの全身協調運動を制御する運動制御モジュール300とで構成される。

【0068】思考制御モジュール200は、情緒判断や感情表現に関する演算処理を実行するCPU (Central Processing Unit) 211や、RAM (Random Access Memory) 212、ROM (Read Only Memory) 213、及び、外部記憶装置 (ハード・ディスク・ドライブなど) 214で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。

【0069】思考制御モジュール200には、CCD (Charge Coupled Device) カメラなどの画像入力装置251や、マイクなどの音声入力装置252、スピーカなどの音声出力装置253、LAN (Local Area Network: 図示しない) などを經由してロボット100外のシステムとデータ交換を行う通信インターフェース254など各種の装置が、バス・インターフェース201経由で接続されている。

【0070】思考制御モジュール200では、画像入力装置251から入力される視覚データや音声入力装置252から入力される聴覚データなど、外界からの刺激などに従って、脚式移動ロボット100の現在の感情や意思を決定することができる。さらに、意思決定に基づいた振舞い又は行動、すなわち四肢の運動を実行するように、後述する運動制御モジュール300に対して指令を

発行することができる。

【0071】一方の運動制御モジュール300は、ロボット100の全身協調運動を制御するCPU (Central Processing Unit) 311や、RAM (Random Access Memory) 312、ROM (Read Only Memory) 313、及び、外部記憶装置 (ハード・ディスク・ドライブなど) 314で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。

【0072】運動制御モジュール300には、図3で示した全身に分散するそれぞれの関節自由度を実現する関節アクチュエータ、体幹部の姿勢や傾斜を計測する姿勢センサ351、左右の足底の離床又は着床を検出する接地確認センサ352及び353、駆動電源を管理する電源制御装置354などの各種の装置が、バス・インターフェース301経由で接続されている。

【0073】ここで、電源制御装置354は、バッテリー (図示しない) の残存容量などバッテリーの状態を監視する専用の制御装置である。すなわち、電源制御装置354は、バッテリーの端子電圧、充電及び放電時の積算電流量、バッテリーの周囲温度などを常時監視することで、バッテリーの残存容量や充電の開始時期や終了時期を検出することができる。電源制御装置354は、充電ステーション (図4には図示しない) と電気接続するための少なくとも正負両極を含んだ2以上の電極端子を備えている。電極以外にも、充電ステーションその他の外部システムとの間で充電の開始/終了を通知するための通信インターフェースや制御信号などの通信手段を含んでいてもよい。

【0074】また、電源制御装置354は、バス・インターフェース301経由で、運動制御モジュール300に対してバッテリーの充電開始時期や充電終了時期を通知することができる。

【0075】本実施例で扱われるバッテリーは、充電再利用可能な2次電池である。より好ましくは、数本~数十本の電池セルをカートリッジ形式でパッケージ化し、ロボット100本体から着脱自在に構成された「バッテリー・パック」である。ロボット100に使用される電池セルは、本発明を実現する上で特に限定されない。但し、関節アクチュエータ (前述) の始動時には過大なインラッシュ電流を必要とするので、瞬時の供給電力が大きいニッケル・カドミウム (Ni-Cd) 電池を用いることが好ましい。

【0076】運動制御モジュール300では、思考制御モジュール200から指示された行動を体現すべく、各関節アクチュエータによる全身協調運動を制御する。すなわち、CPU 311は、思考制御モジュール200から指示された行動に応じた動作パターンを外部記憶装置314から取り出し、又は、内部的に動作パターンを生成する。そして、CPU 311は、指定された動作パタ

ーンに従って、足部運動、ZMP (Zero Moment Point) 軌道、体幹運動、上肢運動、腰部水平位置及び高さなどを設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示する指令値を各関節アクチュエータに転送する。また、CPU311は、姿勢センサ351の出力信号によりロボット100の体幹部分の姿勢や傾きを検出するとともに、各接地確認センサ352及び353の出力信号により各可動脚が遊脚又は立脚のいずれの状態であるかを検出することによって、脚式移動ロボット100の全身協調運動を適応的に制御することが10 できる。

【0077】さらに、運動制御モジュール300は、思考制御モジュール200において決定された意思通りの行動がどの程度体现されたか、すなわち処理の状況を、思考制御モジュール200に返すようになっている。

【0078】なお、本明細書で言う「ZMP」とは、歩行中の床反力によるモーメントがゼロとなる床面上の点のことであり、また、「ZMP軌道」とは、例えば脚式移動ロボット100の歩行動作期間中などにZMPが動く軌跡を意味する。20

【0079】思考制御モジュール200と運動制御モジュール300は、共通のプラットフォーム上で構築され、両者間はバス・インターフェース201及び301を介して相互接続されている。

【0080】脚式移動ロボット100が、図3に示すように体幹部に屈曲部（体幹部ピッチ軸5及び／又は体幹部ロール軸6）を持つような場合には、該屈曲部よりも上方に思考制御モジュール200を配置するとともに、下方に運動系制御モジュール300を配置することによって、該屈曲部を通過する配線は両モジュール間を連結するバスのみとなるので、配線数を削減し、屈曲部周辺における電装・配線設計が簡素化する。30

【0081】図4からも判るように、思考制御モジュール200は、画像入力装置251や音声入力装置252のように人間の視覚及び聴覚に相当する装置や、音声出力装置253などのように、頭部に配設された機器類との配線が多い。また、脚式移動ロボット100は可動脚たる脚部が主要な運動系であることから、運動制御モジュール300は下半身に向かう配線数が膨大である。したがって、思考制御モジュール200を体幹部の上側に、運動制御モジュール300を体幹部の下側に、それぞれ配置することによって、システム全体の総配線長を短縮すると共に、配線構造を簡素化することができる。40

【0082】また、かくのごとく各制御モジュール200及び300に分割して配置することによって、上体のみ、あるいは下体のみの交換が可能となるので、上下半身のいずれか一方における新機能の追加やメンテナンス作業が容易になる。

【0083】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、充電ステーションを用いた自律的すなわち完全に自50

動化された充電オペレーションを実行することができる。この結果、ユーザを煩雑な充電作業から解放することができ、ユーザは充電時期を意識する必要がなくなる。なお、本実施例に適用される充電ステーションの構成については後に詳解する。

【0084】本実施例に係る充電オペレーションは、

(1) 充電時期の決定、(2) 充電ステーションの探索、(3) 充電ステーションとの合体、という各フェーズに区分することができる。以下、各フェーズについて説明する。

【0085】(1) 充電時期の決定

充電開始時期は、まず第一に、バッテリーが過放電する前に設定しなければならない。バッテリーの残存容量を誤って判断すると、作業中（あるいは充電ステーションに向かう途上）に、ロボットが突然停止したり転倒してしまうことになる。

【0086】また、第二に、作業のコンテキストを維持するように充電タイミングを設定することが好ましい。例えば、ロボットが対戦ゲームを実行中に、充電作業の開始によりゲームの継続性が失われると、リアリティが著しく損なわれ、観衆はゲームを楽しむことができなくなる。

【0087】バッテリーが過放電する前に充電オペレーションを行うためには、例えば運動制御モジュール300が主導的に充電時期を決定することができる。

【0088】バッテリーの残存容量自体は、電源制御装置354が計測している。すなわち、電源制御装置354は、バッテリーの端子電圧、充電及び放電時の積算電流量、バッテリーの周囲温度などを常時監視することで、バッテリーの残存容量や充電の開始時期／終了時期を検出することができる。

【0089】運動制御モジュール300は、電源制御装置354からの検出信号をバス経由で入力して、バッテリーの残存容量から見た充電の開始時期及び終了時期を判断することができる。充電開始時期には、運動制御モジュール300は、実行中の運動パターンを中断して、制御を充電オペレーションにキックするとともに、思考制御モジュール200に対しては充電オペレーションを始める旨をバス・インターフェース201／301経由で通知する。40

【0090】また、充電オペレーションのために一旦中断した作業を、充電終了後に円滑に再開させるために、思考制御モジュール200及び運動制御モジュール300は、充電オペレーションを開始する直前のシステム状況を保存しておくことが好ましい。

【0091】図5には、バッテリーの残存容量の低下に伴って充電オペレーションを制御するための処理手順をフローチャートの形式で示している。以下、このフローチャートの各ステップについて説明する。

【0092】運動制御モジュール300は、バッテリーの

残存容量が所定値を下回ったこと、若しくは充電開始時期を検出すると（ステップS11）、ロボット100が実行中の作業を一旦中断して、充電オペレーションをキックする。なお、後に充電オペレーションが終了して中断した作業を円滑に再開させるために、思考制御モジュール200及び運動制御モジュール300は、充電オペレーションを開始する直前のシステム状況を保存しておくことが好ましい。

【0093】まず、充電ステーションへの移動を行い（ステップS12）、次いで、充電ステーションとの接続を行う（ステップS13）。本実施例に係る充電ステーションの構成や充電ステーションへの移動との接続に関しては後に説明する。

【0094】ステップS14では、ロボット100本体側と充電ステーション側の電極同士が正確に接続され、充電を開始可能か否か、すなわち充電電流を供給可能か否かを判断する。

【0095】該判断結果が否定的であれば、ステップS13に戻って、ロボット100は充電ステーションへの接続動作を再試行する。また、該判断結果が肯定的であれば、充電ステーションは、ロボット100のバッテリーに対する充電電流の供給を開始する（ステップS15）。充電ステーション側が供給する充電電流の出力電圧-電流特性は、使用されるバッテリーの充放電特性に従う。

【0096】充電ステーション及び脚式移動ロボット100の一方又は双方は、「充電中」、「充電完了（満充電）」、「異常」などの各種のバッテリー状態を表示するインジケータを備えていてもよい。この結果、充電期間中に、ユーザに対して視覚的なフィードバックを与えることができる。

【0097】充電期間中、電源制御装置354は、バッテリーの端子電圧や充電電流の積算電流量、バッテリーの周囲温度などを常時監視しており、バッテリーに蓄積された容量を計測することができる。

【0098】バッテリーが満充電状態に未だ到達していなければ、ステップS16の分岐Noに進んで、充電オペレーションを継続して行う。

【0099】また、バッテリーが満充電状態に到達したと判断されれば、ステップS17の分岐Yesに進んで、充電オペレーションを終了させる。このとき、電源制御装置354は、バス・インターフェース301経由で、運動制御モジュール300に対して充電が完了した旨を通知する。また、電源制御装置354は、充電ステーション側に対しても、所定の通信手段経由で、充電オペレーションを終了する旨を通知してもよい。

【0100】運動制御モジュール300は、充電終了の通知を受けたことに応答して、充電ステーションを立ち去る運動パターンを速やかに実行して、次の動作へ移行する（ステップS17）。

【0101】ここで言う次の動作とは、充電オペレーションのために、ステップS11において中断してしまった作業であってもよい。この場合、思考制御モジュール200及び運動制御モジュール300は、保存しておいたシステム状態を回復させることによって、ちょうど中断した時点で作業を再開させることができる。

【0102】他方、作業のコンテキストを維持するように充電タイミングを設定するためには、ゲーム進行などを逐次追跡することができる思考制御モジュール200が主導的に充電時期を決定することができる。充電時期を決定するこの種の方法は、作業の正当な（若しくは自然な）途切れを利用して充電オペレーションを実行するものであり、作業の継続性を害さないという特徴がある。

【0103】思考制御モジュール200は、画像入力装置251から入力される視覚データや音声入力装置252から入力される聴覚データなど、外界からの刺激などに従って、脚式移動ロボット100の現在の感情や意思を決定することができる。

【0104】また、思考制御モジュール200は、ロボット100が対戦ゲームなどの所定の作業を行っているときに、ゲームのルールに従って、ロボットが次に実行する次のプレイ内容を決定することができる。また、現在のスコアその他ゲームの進行状況や流れ（コンテキスト）を解釈して、ロボット100が当然抱くべき感情や意思を決定して、運動制御モジュール300にパス経由で該決定内容を通知する。

【0105】さらに、思考制御モジュール200は、作業期間中において、システム・クロックを逐次参照している（あるいは画像入力装置261を介して入力される時計の画像を基にして、現在時刻や時間の経過を計測してもよい）。例えば、サッカーのような、時間制の競技種目・対戦ゲームを実行しているときには、ハーフ・タイムを始めとするゲームのインターバルなど、プレーヤとしてのロボット100のアクティビティが低下する時間帯に突入したことを検出することができる。また、野球など攻守が入れ替わるタイプのゲームを実行しているときには、ゲームのコンテキストを逐次追跡して、インニングの切り替わりや守備交代すなわちアクティビティが低下する時間帯に突入したことを検出することができる。

【0106】本実施例では、思考制御モジュール200は、作業継続中にロボット100のアクティビティが低下する時間帯に突入したことに応答して、充電オペレーションを開始することができる。この種の充電オペレーションの場合、本来の充電完了（すなわちバッテリーが満充電状態になること）よりも、むしろ、アクティビティの回復を以って充電を停止することが好ましい。アクティビティの回復は、例えばサッカー・ゲームにおけるゲーム後半の開始その他インターバルの終了や、野球にお

けるインニングの切り替わりや守備交代に相当する。

【0107】図6には、ロボット100のアクティビティの変化に伴って充電オペレーションを制御するための処理手順をフローチャートの形式で示している。以下、このフローチャートの各ステップについて説明する。

【0108】思考制御モジュール200は、ロボット100がプレイ中のゲームがハーフ・タイムなどのインターバルに突入したこと、あるいは、野球においてインニングが切り替わったり選手交代が行われたことなど、作業のコンテキストに基づいてアクティビティが低下したことを検出すると（ステップS21）、ロボット100が実行中の作業を一旦中断して、充電オペレーションをキックする。また、運動制御モジュール300に対して、充電オペレーションを開始する旨の通知を、バス・インターフェース201/301経由で行う。なお、後に充電オペレーションが終了して中断した作業を円滑に再開させるために、思考制御モジュール200及び運動制御モジュール300は、充電オペレーションを開始する直前のシステム状況を保存しておくことが好ましい。

【0109】まず、充電ステーションへの移動を行い（ステップS22）、次いで、充電ステーションとの接続を行う（ステップS23）。本実施例に係る充電ステーションの構成や充電ステーションへの移動との接続に関しては後に説明する。

【0110】ステップS24では、ロボット100本体側と充電ステーション側の電極同士が正確に接続され、充電を開始可能か否か、すなわち充電電流を供給可能か否かを判断する。

【0111】該判断結果が否定的であれば、ステップS23に戻って、ロボット100は充電ステーションへの接続動作を再試行する。また、該判断結果が肯定的であれば、充電ステーションは、ロボット100のバッテリーに対する充電電流の供給を開始する（ステップS25）。充電ステーション側が供給する充電電流の出力電圧－電流特性は、使用するバッテリーの充放電特性に従う。

【0112】充電ステーション及び脚式移動ロボット100の一方又は双方は、「充電中」、「充電完了（満充電）」、「異常」などの各種のバッテリー状態を表示するインジケータを備えていてもよい。この結果、充電期間中に、ユーザに対して視覚的なフィードバックを与えることができる。

【0113】充電期間中、電源制御装置354は、バッテリーの端子電圧や充電電流の積算電流量、バッテリーの周囲温度などを常時監視しており、バッテリーに蓄積された容量を計測することができる。思考制御モジュール200は、電源制御装置354による充電終了の通知を、運動制御モジュール300経由で受け取ることができる。

【0114】また、思考制御モジュール200は、実時

間を計時し続けてハーフ・タイムの終了を検出したり、次のインニングに突入したり選手交代などにより、ロボット100が再び出動しなければならなくなるタイミングを自動的に検出することができる。

【0115】バッテリーが満充電状態に未だ到達していない、あるいは、ロボットが再び出動時期に未だ到達していなければ、ステップS26の分岐Noに進んで、充電オペレーションを継続して行う。

【0116】バッテリーが満充電状態に到達したと判断されれば、電源制御装置354は、ステップS27の分岐Yesに進んで、充電オペレーションを終了させる。このとき、電源制御装置354は、バス・インターフェース301経由で、運動制御モジュール300に対して充電が完了した旨を通知する。また、電源制御装置354は、充電ステーション側に対しても、所定の通信手段経由で、充電オペレーションを終了する旨を通知してもよい。

【0117】また、ハーフ・タイムなどゲームのインターバルが終了して、ロボットが再び出動時期に到達した場合には、ステップS27の分岐Yesに進んで、思考制御モジュール200は、充電オペレーションを終了させる。このとき、思考制御モジュール200は、バス・インターフェース201及び301経由で、運動制御モジュール300に対して充電が完了した旨を通知する。さらに、電源制御装置354経由で、充電ステーション側に対しても充電オペレーションを終了する旨を通知してもよい。

【0118】運動制御モジュール300は、充電終了の通知を受けたことに応答して、充電ステーションを立ち去る運動パターンを速やかに実行して、次の動作へ移行する（ステップS27）。

【0119】ここで言う次の動作とは、充電オペレーションのために、ステップS21において中断してしまった作業、あるいは、ハーフ・タイムを始めとするゲームのインターバルに突入する直前の作業であってもよい。この場合、思考制御モジュール200及び運動制御モジュール300は、保存しておいたシステム状態を回復させることによって、ちょうど中断した時点で作業を再開させることができる。

【0120】以上、バッテリーの残存容量を勘案した充電時期の設定と、作業のコンテキストに着目した充電時期の設定とを、個別に説明してきた。但し、両者を組み合わせることで、自律的若しくは半自律的に動作するロボット100に関してより好適な充電時期を決定することもできるということも、充分理解されたい。

【0121】（2）充電ステーションの探索
充電ステーションの探索という作業は、図5で示したフローチャートのステップS12、あるいは、図6で示したフローチャートのステップS22において実行される。

【0122】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、画像入力装置251や、音声入力装置252などの外界から刺激を入力するための装置を含んでいる。例えば、画像入力装置251による周囲の撮像画像を思考制御モジュール200において解析して、充電ステーションの位置や方向を特定して、自律的に充電ステーションの探索を行うようにしてもよい。また、充電ステーションから発される音を手掛かりにして、思考制御モジュール200が充電ステーションの位置や方向を特定して、自律的に充電ステーションの探索を行うようにしてもよい。あるいは、LAN (Local Area Network: 図示しない) などを經由してロボット100外のシステムが、脚式移動ロボット100を充電ステーションに導くような動作パターンを指示するようにしてもよい。

【0123】脚式移動ロボット100が充電ステーションを視覚的に追跡するために、充電ステーションの表面上の目立つ部位に、サイバー・コードTMのような視認性識別データを貼設しておいてもよい。この結果、脚式移動ロボット100は、充電ステーションの所定部位に配設された視認性識別データを目標にして、画像入力装置251の撮像画像を基にして充電ステーションを探索することができる。したがって、無経路上を自由に移動する脚式移動ロボット100の充電作業を自動化することができる。

【0124】また、上記の視認性識別データは、充電ステーションの表面に貼設された印刷媒体であってもよい。また、該印刷媒体は円筒形、四角柱、球などの立体的な物体表面上に複数貼設されていてもよい。このような場合、脚式移動ロボット100は複数方向から識別データを発見することができ、任意の方向から充電ステーションに接近することができる。

【0125】また、充電ステーション上の視認性識別データは、印刷媒体のような静的な画像情報ではなく、表示装置に画面出力された動的な表示データであってもよい。このような場合、作業空間の環境に埋没しない識別データを動的に切り替えながら用いることができる。また、移動ロボットから距離に応じて表示データを切り替えることもできる。

【0126】また、視認性識別データは充電ステーションの高所に配設することで、脚式移動ロボット100は遠方から充電ステーションの所在を発見することができる。

【0127】また、充電ステーションは、さらに、光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち少なくとも1つの信号波を発信する発信手段を備えるとともに、脚式移動ロボット100の方は発信手段からの発信波を受信する受信手段を備えてもよい。このような場合、脚式移動ロボット100は、画像入力装置251による撮像画像と受信手段による受信データの双方を基にして、脚式

移動ロボット100から充電ステーションまでの距離・方向を算出することができるので、より正確且つ高速に充電ステーションを探索することができる。

【0128】ここで言う発信手段による発信波は、作業空間において発生する他の信号とは容易に区別・分離できる成分で構成されることが好ましい。

【0129】また、脚式移動ロボット100は体幹部ユニットに対して首振り運動可能な頭部ユニットを備え、画像入力装置251及び／又は受信手段はこの頭部ユニットに搭載されていてもよい。このような場合、ロボット100本体は移動せず、首振り運動だけで画像入力装置251や受信手段の視野を切り替えることができ、容易に充電ステーションを発見し、探索することができる。

【0130】また、充電ステーション側の発信手段は光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち2以上の信号波を発信するとともに、ロボット100本体側の受信手段は、充電ステーションとロボット100間の距離にตอบสนองして受信信号波を切り換えるようにしてもよい。例えば、途中に障害物が散在する遠方では回折性の高い音波を用いて探索し、至近距離では光や赤外線など直進性の高い信号波に切り換えて正確に探索することができる。

【0131】また、発信手段は、光をスリット状に出力するとともに、照射方向に応じて発光するスリットのパターンを切り換えるようにしてもよい。このような場合、単一の発信手段だけで、脚式移動ロボット100は複数方向から充電ステーションに接近することができる。

【0132】また、発信手段は出力強度及び周波数成分の異なる2以上の信号波を発信するようにしてもよい。例えば、高周波信号を高強度で出力するとともに、低周波信号を低強度で出力することにより、受信手段は、高周波成分のみ受信する領域では比較的距離が離れていることや、低周波成分を受信可能な領域に突入したことにより充電ステーションに近づいたことを認識することができる。

【0133】また、充電ステーションは、充電システム外の機器とデータ交換するための通信手段を備えてもよい。通信手段は、例えばネットワーク・インターフェース・カード (NIC) であり、例えば外部のホスト・システムがネットワーク経由で充電ステーションをリモート・コントロールすることができる。

【0134】(3) 脚式移動ロボット100と充電ステーションとの合体

脚式移動ロボット100と充電ステーションとの合体という作業は、図5で示したフローチャートのステップS13、あるいは、図6で示したフローチャートのステップS23において実行される。

【0135】脚式移動ロボット100に対する充電ステ

ーションの構造自体は、一般には任意である。

【0136】本実施例では、図7に示すような、椅子型の充電ステーション500を採用することにした。椅子型に構成することにより、脚式移動ロボット100は、充電オペレーションのために、充電ステーション500上に腰掛けなければならない。この当然の帰結として、充電オペレーションに対して、ロボット100が「休憩する」あるいは「体力を回復させる」というメタファを与えることができ、ロボット100が持つエンターテインメント性を高めることができる。

【0137】また、本実施例のように2足歩行式のロボット100が着席した姿勢は、直立時に比し、姿勢保持のためのエネルギー消費が少なく済むので、充電効率が高まる。

【0138】また、本実施例のように2足歩行式のロボット100が着席した姿勢は、脚式移動ロボット100が折り畳まれた状態となるので、他の姿勢に比し、充電オペレーションのための収容空間や床面積を節約することができる。

【0139】図7に示す例では、充電ステーション500の座面上に電極端子を含む電気接続部501が配設されている。このような場合、図8に示すように、脚式移動ロボット100の臀部付近に電源制御装置354を配設するとともに、この電源制御装置354の底面部に座面側の電気接続部501と接合する電気接続部355を突設させておけば、「椅子に座る」という自然な動作でロボット100と充電ステーション500との電氣的接続が果たされる。

【0140】互いの電気接続部355及び501は、少なくとも充電電流供給のための正極端子及び負極端子を含むものとする。

【0141】また、電気接続部355及び501は、脚式移動ロボット100と充電ステーション間でデータ交換を実現する通信手段をさらに備えてもよい。かかる通信手段は、例えば、RS-232C、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 1284、USB (Universal Serial Bus)、i-Link、IrDA (Infrared Data Association) など、特にインターフェース・プロトコルは特定されない。例えば、充電ステーション500内に脚式移動ロボット100を収容したときの誘導作業（正確な位置決めなど）や、充電の開始及び終了時期の通知などに、このような通信手段を使用することができる。

【0142】また、脚式移動ロボット100側の臀部354の底面、あるいは充電ステーション500側に測長センサやCCD (Charge Coupled Device) カメラのような計測機器を設け、充電ステーション500と脚式移動ロボット100が合体する様子

を監視して、ロボット100が充電ステーション500に接近する動作を適応的に制御するようにしてもよい。

【0143】図7に示した例では、電気接続部501は、椅子の座面に設置されているが、特にこれに限定されず、他の部位であってもよい。例えば、椅子の背もたれに電気接続部501を設置するとともに（図示しない）、脚式移動ロボット100の臀部ではなく背面部に対向する電気接続部355を配備してもよい。この場合、充電オペレーションに対して、背もたれにもたれて「くつろぐ」というメタファを与えることができる。

【0144】あるいは、充電ステーション500が肘掛を持ち（図示しない）、この肘掛の上端面に電気接続部500を設けるとともに、ロボット100側の前腕部下面に電気接続部355を配設するようにしてもよい。

【0145】また、図7に示すように、椅子の座面に電気接続部501を配設する場合であっても、さらに図9に示すように、ロボット100の臀部をテーパ形状に構成するとともに、充電ステーション500の座面にもテーパ状の受面を形設ことによって、両者の合体時の位置決め作業を簡単化することができる。

【0146】また、充電ステーション500の電気接続部501の場所は、座面や肘掛、背もたれなど椅子表面上の部位に必ずしも限定されない。例えば、脚式移動ロボット100の足裏部に電気接続部355を配設するとともに、該足裏部が接地するマットなどの部位を電気接続部501として利用することができる。このような場合には、脚式移動ロボット100が床面上の所定場所を踏むという自然な動作によって両者間の電気接続が果たされ、充電オペレーションを開始することができる。

【0147】《注釈》

*サイバーコード：サイバーコードとは、2次元バーコードの一種であり、図10に示すように、サイバーコードの所在を表すための「ガイド・バー表示領域」と、2次元状のコード・パターンを表示する「コード・パターン表示領域」とで構成される。コード・パターン表示領域内は、 $n \times m$ マトリックス（同図では 7×7 ）に配列されたセルで構成され、各セルを白又は黒の2値表現することで識別情報を付与することができる。但し、コード・パターン表示領域の4隅のコーナー・セルは、識別情報としてではなく位置合わせ（registration）パターンとして常に黒パターンとなっている。サイバーコードの認識手順は、撮像画像を2値化するステップと、2値画像中からガイド・バーの候補を発見するステップと、ガイド・バーの位置や方向に基づいてコーナー・セルを探索するステップと、ガイド・バー及びコーナー・セルを検出したことに応答して画像ビットマップ・パターンを復号化するステップとに大別される。サイバーコードの詳細については、例えば、本出願人に既に譲渡されている特願平10-184350号明細書（「画像処理装置および方法、並びに提供媒体」）にも

開示されている。

【0148】〔追補〕以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。

【0149】上述した実施例では、脚式移動ロボットの充電オペレーションに対して「椅子に座る」という安らぎのメタファを与えているが、必ずしもこのような形態には限定されない。例えば、所定の棒につかまるなどの指定動作を実行したときに充電を開始するようにすればよい。その場合、当然、互いに接触する部分に給電用の電極を含む電気接続部を備えている必要がある。

【0150】また、上述した実施例では、脚式移動ロボットと充電ステーションとで構成される充電システムを採用しているが、必ずしもこのような形態には限定されない。例えば、2台以上の脚式移動ロボット同士が握手を行う動作によって、一方のロボットから他方のロボットに給電するようにしてもよい。このような形態は、充電オペレーションに対して「救済」若しくは「手を差し伸べる」というメタファを与えることができる。また、そのような場合には、互いの掌に受給電用の電極を含む電気接続部を備えている必要がある。

【0151】また、上述した実施例では、脚式移動ロボット100が自律的に充電ステーション500に移動するようになっているが、必ずしもこれに限定されない。例えば、脚式移動ロボット100の作業空間上の所定場所に給電用電極をモザイク状に配設し、他方の脚式移動ロボット100の足裏部にも受電用電極を配置して、対応する電極同士が接続を果たした場合に充電を開始するようにしてもよい。

【0152】要するに、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0153】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、充電式バッテリーによって自律駆動する移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0154】また、本発明によれば、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自由に移動することができる移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0155】また、本発明によれば、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自在に移動する移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行うことができる、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0156】また、本発明によれば、充電オペレーションのために充電ステーションに立ち寄る移動ロボットを正確且つ確実に電気接続することができる、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0157】本発明に係る脚式移動ロボットは、充電電池を搭載した自立駆動型であり、その行動半径や動作パターンは電源ケーブルの制約を受けることがない。

【0158】また、脚式歩行や上肢を含めた各種の運動パターン実行期間中に、四肢と電源ケーブルが干渉する可能性がなく、動作制御が著しく容易になる。

【0159】また、脚式移動ロボットは、自律的に充電時期を判断し且つ充電ステーションに立ち寄って自動的に充電オペレーションを行うことができる。すなわち、充電のためにユーザなどの外界からの補助を必要しない。ユーザは、ロボットの充電という煩雑な作業から解放され、また、充電時期を意識する必要もなくなる。

【0160】充電電池の残存容量が低下する度に、ユーザがロボットを停止して、手で充電する必要がなくなる。したがって、将来、人間型ロボットが人間のパートナーとして住空間に深く浸透し、生活の各場面で生活支援や作業代行を行うようになってきた場合、人間との「共生」の可能性がますます高まる。

【0161】また、ロボットによる対戦ゲームなどでは、ゲームの継続性など作業のコンテキストを維持し、リアリティを損なうことなく充電オペレーションを実行することが可能になる。このため、観衆は、ロボットによるゲームの面白さを、十分に堪能することができる。例えば、選手の交代、守備で動作を行わない期間中、インニングの切り替えやハーフ・タイムなどゲームのインターバルなどを利用して、自動的にロボットの充電作業を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に供される脚式移動ロボット100を前方から眺望した様子を示した図である。

【図2】本発明の実施に供される脚式移動ロボット100を後方から眺望した様子を示した図である。

【図3】本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する自由度構成モデルを模式的に示した図である。

【図4】本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示した図である。

【図5】バッテリーの残存容量の低下に伴って充電オペレーションを制御するための処理手順を示したフローチャートである。

【図6】ロボット100のアクティビティの変化に伴って充電オペレーションを制御するための処理手順を示したフローチャートである。

【図7】本実施例に係る充電ステーション500の外観構成を示した図である。

【図8】充電ステーション500に適合する脚式移動ロボット100の外観（背面）を示した図である。

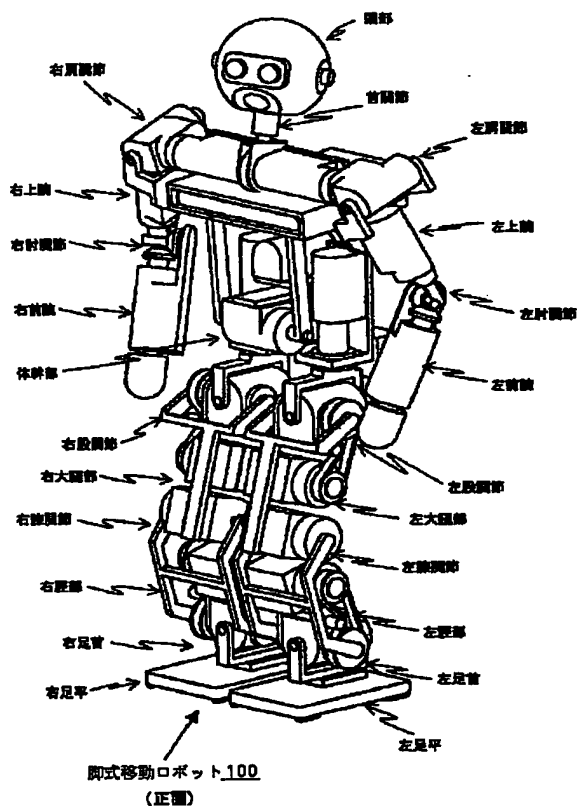
【図9】充電ステーション500と電源制御装置354の他の構成例を示した図である。

【図10】サイバー・コードの一例を示した図である。

【符号の説明】

- 1…頭部, 2…首関節ヨー軸
 3…首関節ピッチ軸, 4…首関節ロール軸
 5…体幹ピッチ軸, 6…体幹ロール軸
 7…体幹ヨー軸, 8…肩関節ピッチ軸
 9…肩関節ロール軸, 10…上腕ヨー軸
 11…肘関節ピッチ軸, 12…前腕ヨー軸
 13…手首関節ピッチ軸, 14…手首関節ロール軸
 15…手部, 16…股関節ヨー軸
 17…股関節ピッチ軸, 18…股関節ロール軸
 19…膝関節ピッチ軸, 20…足首関節ピッチ軸
 21…足首関節ロール軸, 22…足部(足底)
 30…頭部ユニット, 40…体幹部ユニット
 50…腕部ユニット, 51…上腕ユニット
 52…肘関節ユニット, 53…前腕ユニット
 60…脚部ユニット, 61…大腿部ユニット
 62…膝関節ユニット, 63…脛部ユニット
 80…制御ユニット, 81…主制御部
 82…周辺回路
 91, 92…接地確認センサ
 93…姿勢センサ

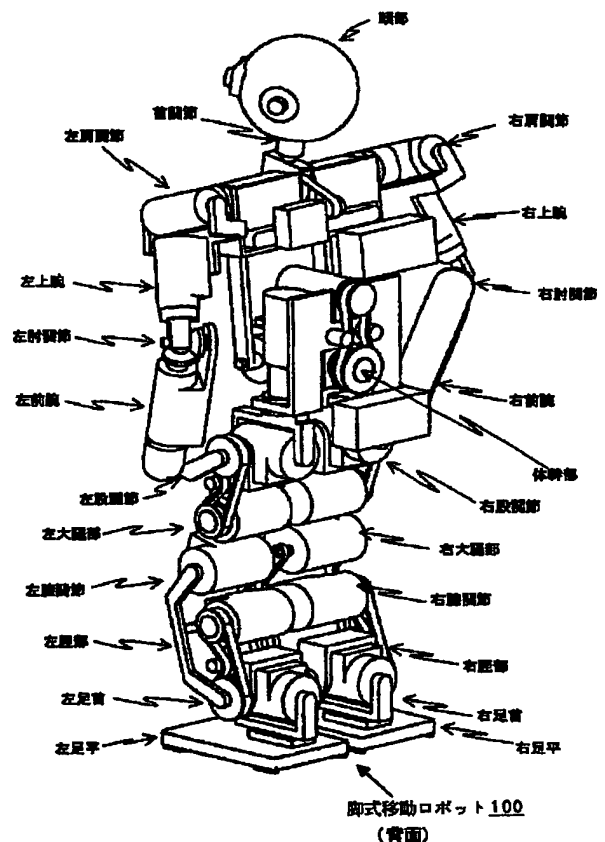
【図1】



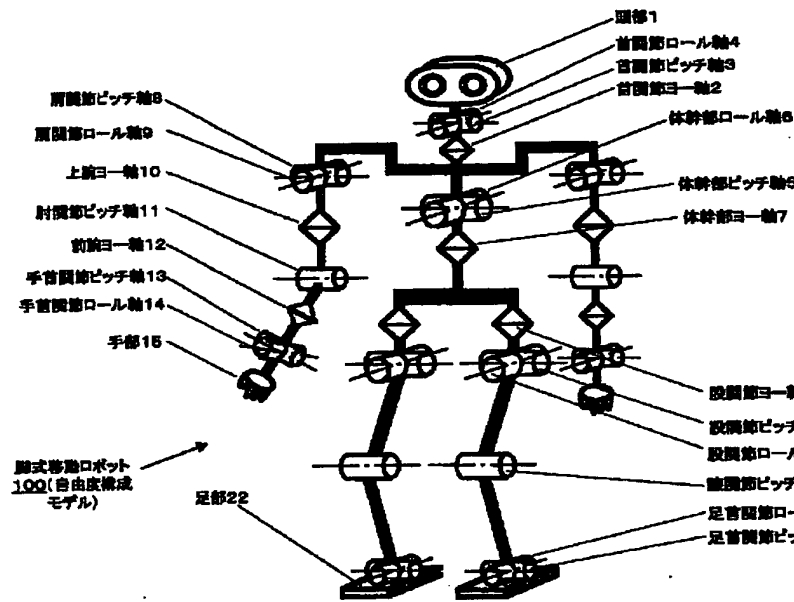
- * 100…脚式移動ロボット
 200…思考制御モジュール
 201…バス・インターフェース
 211…CPU, 212…RAM, 213…ROM
 214…外部記憶装置
 251…画像入力装置 (CCDカメラ)
 252…音声入力装置 (マイク)
 253…音声出力装置 (スピーカ)
 254…通信インターフェース
 10 300…運動制御モジュール
 301…バス・インターフェース
 311…CPU, 312…RAM, 313…ROM
 314…外部記憶装置
 351…姿勢センサ
 352, 353…接地確認センサ
 354…電源制御装置
 355…電気接続部
 500…充電ステーション
 501…電気接続部

*20

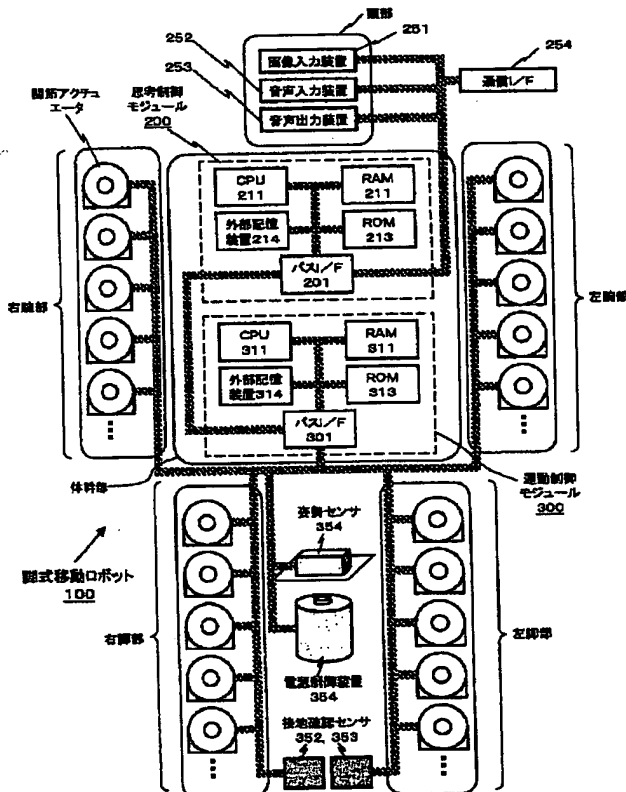
【図2】



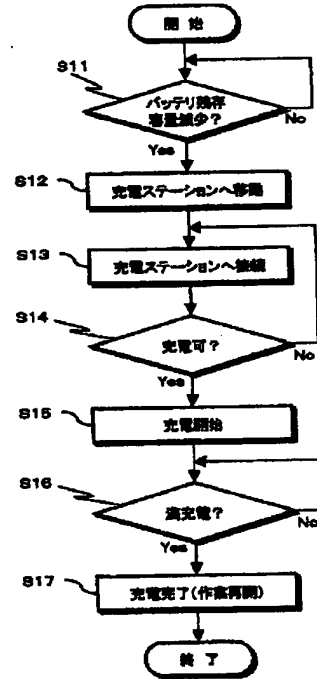
【図3】



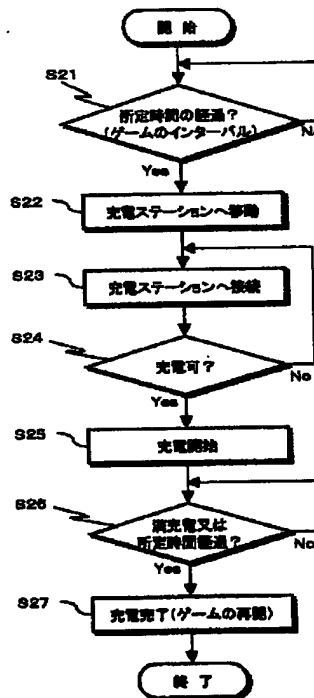
【図4】



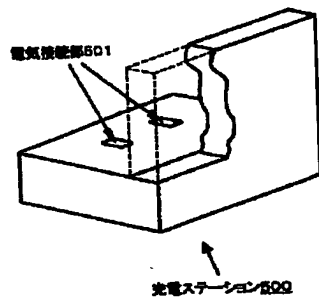
【図5】



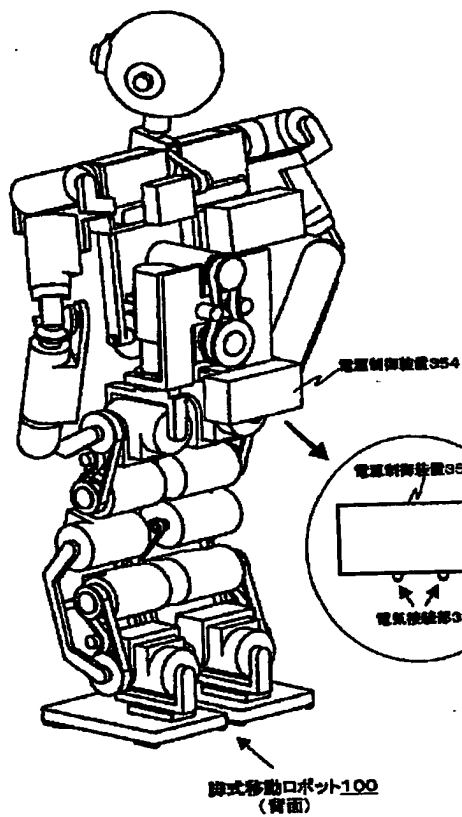
【図6】



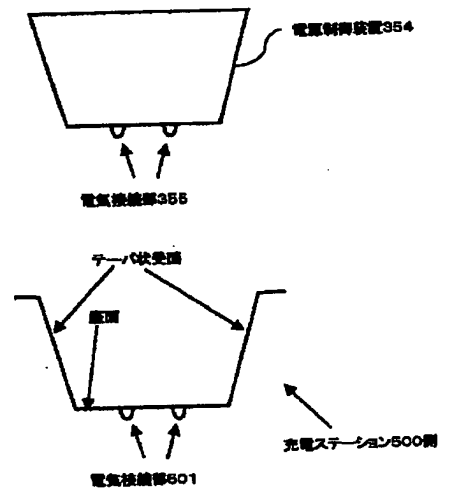
【図7】



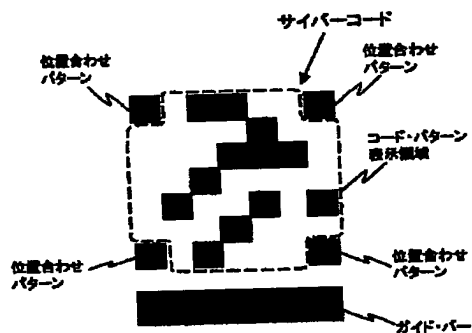
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
// H02J 7/00

識別記号
301

FI
H02J 7/00

テーマコード(参考)
301A

F ターム(参考) 3F060 BA07 CA14 HA02
5G003 FA01 FA08 GC05
5H030 AA03 AA04 AS11 BB01 DD20
DD21 FF41 FF52